

SUMINISTRO DE MEDIA TENSIÓN AL MUNICIPIO DEL VALLE DE BARDAJÍ
(HUESCA)



MEMORIA

Suministro de media tensión al municipio del valle de Bardají
(Huesca)

Autor

Julián Carlos Vidal Padilla

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2016

DATOS GENERALES

EMPLAZAMIENTO : VALLE DE BARDAJÍ

TENSIÓN DE SUMINISTRO: 25 kV

COMPAÑÍA SUMINISTRADORA : ERZ ENDESA

POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR : 2MW

PRESUPUESTO: 211.802 EUROS

AUTOR: JULIÁN C. VIDAL PADILLA INGENIERO ELÉCTRICO

INDICE

1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS	6
1.2 OBJETO DEL PROYECTO.....	6
1.3 EMPLAZAMIENTO	6
1.4 PROMOTOR, ORDEN DE REDACCIÓN Y REDACTOR DEL PROYECTO.....	7
1.5 REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.....	7
1.6 IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.....	9
1.7 PLAZO DE EJECUCIÓN	10
1.8 PRESUPUESTO TOTAL.....	10
2. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN.....	11
2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	11
2.1.1 DATOS DEL CONDUCTOR.....	11
2.1.2 DATOS TOPOGRÁFICOS.....	12
2.1.3 APOYOS.....	13
2.1.4 ARMADOS.....	16
2.1.5 CIMENTACIONES.....	18
2.1.6 AISLAMIENTO EN CONDUCTORES Y SEÑALIZACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL R.D. 1432/2008, DE 29 DE AGOSTO DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.....	20
2.1.7 DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS.....	22
2.1.7.1 CADENA DE SUSPENSIÓN.....	23
2.1.7.2 HERRAJES	23
2.1.7.3 CADENA DE AMARRE.....	23
2.1.7.4 LONGITUD DE LA CADENA DE AMARRE.....	24
2.1.7.4.1 HERRAJES.....	24
2.1.8 DESCRIPCIÓN DE CADENAS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE APOYO.....	24
2.1.8.1 APOYOS DE FIN DE LÍNEA.....	24
2.1.8.2 APOYOS DE ALINEACIÓN SUSPENSIÓN.....	25
2.1.8.3 APOYOS DE AMARRE	25

2.1.9 ENTRONQUES.....	25
2.1.10 PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS.....	25
2.1.11 NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO.....	27
3.0 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA BELEDER.....	28
3.1 TRAZADO DE LA LÍNEA DE DERIVACIÓN A BELEDER	28
3.2 CARACTERÍSTICAS CONDUCTOR.....	28
3.3 APERTURA Y CIERRE DE ZANJAS	28
3.4 TENDIDO DEL CABLE EN ZANJA	29
3.5 PUESTA A TIERRA DE LOS CABLES	29
3.6 ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO	29
4.0 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	30
4.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS	30
4.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	30
4.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	30
4.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	33
4.5 INSTALACIONES SECUNDARIAS.....	39
5.0 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	40
5.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS	40
5.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	40
5.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	41
5.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	44
5.5 INSTALACIONES SECUNDARIAS	53
5.6 RESUMEN PRESUPUESTO.....	49
5.7 CONCLUSIÓN.....	49
ANEXO 1 CÁLCULOS	51
ANEXO 2 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	<u>126</u>

1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS

Acometida en MT: La red de MT en proyecto se alimenta del CT Bardají de donde sale con tres cables subterráneos de aislamiento tipo seco termoestable XLP de tensión nominal 18/30 KV, que conecta a la línea en el apoyo de conversión N°1 por medio de un juego de botellas terminales.

Tensión nominal: La tensión nominal de la instalación de MT es de 25 kV.

Línea de MT: La línea de MT consta de un tramo principal entre CT Bardají y CT Santa Maura con una longitud total de 4248,23 m y 33 apoyos y de dos derivaciones, una partiendo del apoyo N°3 con una longitud total de 166,92 m de línea subterránea alimentando al CT Beleder y otra partiendo del apoyo N°26 con una longitud total de 617,25 metros de línea aérea alimentando al CT Aguascalas.

Centros de transformación: Se incluye 4 CT en las poblaciones de Beleder, Biescas, Santa Maura y Aguascalas, con una potencia de 250 KVA para cada uno. Esta potencia ha sido sobredimensionada para cubrir la necesidad energética de sobras previniendo ampliaciones futuras.

Necesidades de energía: La línea del proyecto está destinada para proveer de suministro eléctrico a los núcleos de Beleder, Biescas, Santa Maura y Aguascalas. La potencia contratada para esta línea en el CT Bardají a la compañía eléctrica (ENDESA) es de 1 MW pero la línea se dimensionará para 2 MW de potencia nominal contando con futuras ampliaciones.

1.2 OBJETO DEL PROYECTO

Se proyecta la construcción de las instalaciones que se describen en el presente proyecto con el objeto de realizar una línea entre el CT Bardají y CT Santa Maura y las derivaciones que van hasta el CT Beleder y CT Aguascalas además de los centros de transformación de Beleder, Biescas, Santa Maura y Aguascalas. Este proyecto se realiza por encargo del departamento de Ingeniería Eléctrica de la escuela universitaria de ingeniería técnica industrial de Zaragoza como trabajo fin de grado.

Este proyecto tiene por objeto definir las características de la línea aérea y subterránea y los centros de transformación destinados al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en la instalación y servir de base a la hora de proceder a la ejecución de la misma.

Además se pretende exponer ante los organismos competentes que la instalación que ocupa el proyecto, reúne las condiciones de garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización y Aprobación de dicho proyecto.

1.3 EMPLAZAMIENTO

Las instalaciones se proyectan para el término municipal del Valle de Bardají (provincia de Huesca)

1.4 PROMOTOR, ORDEN DE REDACCIÓN Y REDACTOR DEL PROYECTO

El proyecto se redacta con la autorización de la compañía ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.L. titular de la línea y supervisora de la obra.

El redactor del proyecto es Julián C. Vidal Padilla ingeniero técnico colegiado.

1.5 REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.

Normas Generales:

- **Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.** Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- **Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.**
- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.** Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- **Autorización de Instalaciones Eléctricas.** Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- **Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional** y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- **Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- **Ley de Regulación del Sector Eléctrico**, Ley 54/1997 de 27 de noviembre.
- **NTE-IEP.** Norma tecnológica de 24-03-1973, para **Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.**
- Normas **UNE / IEC.**
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

- Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

- **CEI 62271-202** **UNE-EN 62271-202**

Centros de Transformación prefabricados.

- **NBE-X**

Normas básicas de la edificación.

- Normas y recomendaciones de diseño de paramenta eléctrica:

- **CEI 62271-1** **UNE-EN 60694**

Estipulaciones comunes para las normas de paramenta de Alta Tensión.

- **CEI 61000-4-X** **UNE-EN 61000-4-X**

Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.

- **CEI 62271-200** **UNE-EN 62271-200 (UNE-EN 60298)**

Paramenta bajo envoltorio metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

- **CEI 62271-102** **UNE-EN 62271-102**

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

- **CEI 62271-103** **UNE-EN 60265-1**

Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

- **CEI 62271-105** **UNE-EN 62271-105**

Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- **CEI 60076-X**

Transformadores de Potencia.

UNE 21428

Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

1.6 IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

Las instalaciones catalogadas de tercera categoría no necesitan proyecto de impacto medioambiental según la legislación vigente.

1.7 PLAZO DE EJECUCIÓN

Se prevé que los trabajos a realizar comenzarán transcurrido un mes después de la obtención de la solicitud administrativa del Proyecto, prolongándose la ejecución del Proyecto de distribución eléctrica hasta la finalización de las obras durante un mes y la ejecución de las instalaciones eléctricas interiores en función del estado de avance de la obra.

1.8 PRESUPUESTO TOTAL

El coste total de las obras asciende a 211.802,34 € €.

2 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

La línea de media tensión que se describe en el presente proyecto consta de un tramo principal y dos derivaciones. La línea principal parte del apoyo número 1 que está situado a 30 metros del CT Bardají, propiedad de la compañía suministradora ENDESA, del que se recibe la acometida de MT a 25 KV por medio de tres conductores unipolares de aislamiento seco RHZ1 150 mm² 18/30 KV con canalización subterránea directamente enterrada. Los conductores de aislamiento seco entrarán al centro de Transformación y conectarán en la cabina de MT de salida ya existente con botellas terminales acodadas adecuadas al tipo de cabina. En el primer apoyo se realiza una conversión aéreo subterránea, con un juego de botellas terminales y pararrayos autoválvulas, pasando a ser línea aérea con tres conductores LA 56. Por medio de 30 vanos y un total de 4248 metros la línea llega al CT Santa Maura donde termina. Del apoyo N° 3 y N° 26 salen las dos derivaciones hacia Beleder y Aguascalas respectivamente.

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

2.1.1 DATOS DEL CONDUCTOR

El conductor elegido es de tipo Aluminio-Acero, según la norma UNE-50182, tiene las siguientes características:

- Denominación:-----LA-56 (337-AL1/44-ST1A)
- Sección total (mm²):-----54,6
- Diámetro total(mm):-----9,45
- Número de hilos de aluminio:-----30
- Número de hilos de acero: -----7
- Carga de rotura (kg):----- 1670
- Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km): ----- 0,613
- Peso total (kg/m):----- 189,1
- Coeficiente de dilatación (°C): ----- 19,1*10[^](-6)
- Módulo de elasticidad (kg/mm²): ----- 8100
- Intensidad admisible reglamentaria (A): ----- 205
- Tensión máxima normal -----525

2.1.2 DATOS TOPOGRÁFICOS

En la siguiente tabla se incluye la relación de las longitudes de los vanos y las cotas de los apoyos que se proyectan para la construcción de la línea principal.

Nº Apoyo	Cota (m)	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Cruzamiento	Paralelismo	Función	Ángulo Interior (grados)
1	776,67	-	138,22	-	-	Fin de línea	-
2	791,7	138,22	78,38	-	-	Alineación	-
3	798,96	78,38	-	-	-	Fin de línea	-
4	801,5	-	89,84	-	-	Fin de línea	-
5	802,7	89,84	158,24	LAT 132 kV	-	Ángulo	
6	808,65	158,24	103,2	LAT 132 kV	-	Alineación	-
7	821,38	103,2	152,91	-	-	Ángulo	
8	836,46	152,91	171,15	-	-	Alineación	-
9	862,93	171,15	105,77	-	-	Ángulo	
10	857,68	105,77	180,07	-	-	Alineación	-
11	832,36	180,07	154,19	-	-	Alineación	-
12	839,2	154,19	208,31	-	Arboleda	Alineación	-
13	853,91	208,31	132,8	-	Arboleda	Alineación	-
14	874,79	132,8	163,19	-	Arboleda	Alineación	-
15	892,19	163,19	170,43	-	Arboleda	Ángulo	
16	883,61	170,43	207,02	-	Arboleda	Alineación	
17	872,03	207,02	161,17	-	Arboleda	Alineación	-
18	864,95	161,17	130,1	-	Arboleda	Alineación	-
19	871,87	130,1	126,18	-	Edificio	Alineación	-
20	882,06	126,18	107,57	-	Edificio	Ángulo	
21	871,17	107,57	200,36	-	Edificio	Alineación	-
22	875,8	200,36	169,86	-	Arboleda	Alineación	-
23	892,47	169,86	144,28	-	Arboleda	Alineación	-
24	900,86	144,28	183,43	-	Arboleda	Ángulo	
25	905,18	183,43	154,69	-	-	Alineación	-
26	891,33	154,69	149	-	-	Alineación	-
27	902,3	149	-	-	-	Fin de línea	-
28	902,1	-	22,91	-	-	Fin de línea	-
29	892,57	22,91	96,1	-	-	Alineación	-
30	877	96,1	123,11	-	-	Alineación	-
31	854,85	123,11	93,33	-	-	Alineación	-
32	846,43	93,33	173,37	-	-	Alineación	-
33	863,48	173,37	-	-	-	Fin de línea	-

En la siguiente tabla se incluye la relación de las longitudes de los vanos y las cotas de los apoyos que se proyectan para la construcción de la derivación Aguascaladas:

Nº Apoyo	Cota (m)	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Cruzamiento	Paralelismo	Función	Ángulo Interior (g)
----------	----------	-------------------	--------------------	-------------	-------------	---------	---------------------

1	902,82	-	150,14	-	-	Fin de línea	-
2	912,72	150,14	179,09	-	-	Ángulo	
3	912,41	179,09	188,49	-	-	Alineación	-
4	917,45	188,49	98,53	-	Arboleda	Ángulo	
5	926,39	98,53	-	-	Arboleda	Fin de línea	-

2.1.3 APOYOS

Estos apoyos son de la serie C atornillados. Las torres de esta serie han sido diseñadas en cumplimiento a las especificaciones indicadas en la NORMA UNE 207017 (antigua RECOMENDACIÓN UNESA 6704-A), habiendo pasado con éxito todos los ensayos prescritos en la norma.

La serie se compone de siete familias:

C-500/C-1000/C-2000/C-3000/C-4500/C-7000/C-9000

Los apoyos están formados por:

- (a) Cabeza: prismática de sección cuadrada con siete campos de 600 mm. taladrada para adosar las crucetas en diferentes combinaciones. Forma un cuerpo único soldado.
- (b) Fuste: tronco piramidal, de sección cuadrada, formado por distintos tramos según la altura a conseguir. Cada tramo se compone de cuatro montantes de longitud en torno a los 4 m. unidos por celosía sencilla atornillada.
- (c) Armados: se realizan a partir de semicrucetas atornilladas de diferente longitud, lo que permite una amplia variedad de combinaciones.

Todos los apoyos utilizados para este proyecto serán metálicos y galvanizados en caliente, fabricados por IMEDEXSA.

La designación de los apoyos está definida por una serie de dígitos que dan información de las características de estos apoyos:

1º dígito: Tipo de torre en nuestro caso de celosía (C)

2º dígito: Esfuerzo nominal que soportan

3º dígito: Altura del apoyo

4º dígito: Tipo de armado

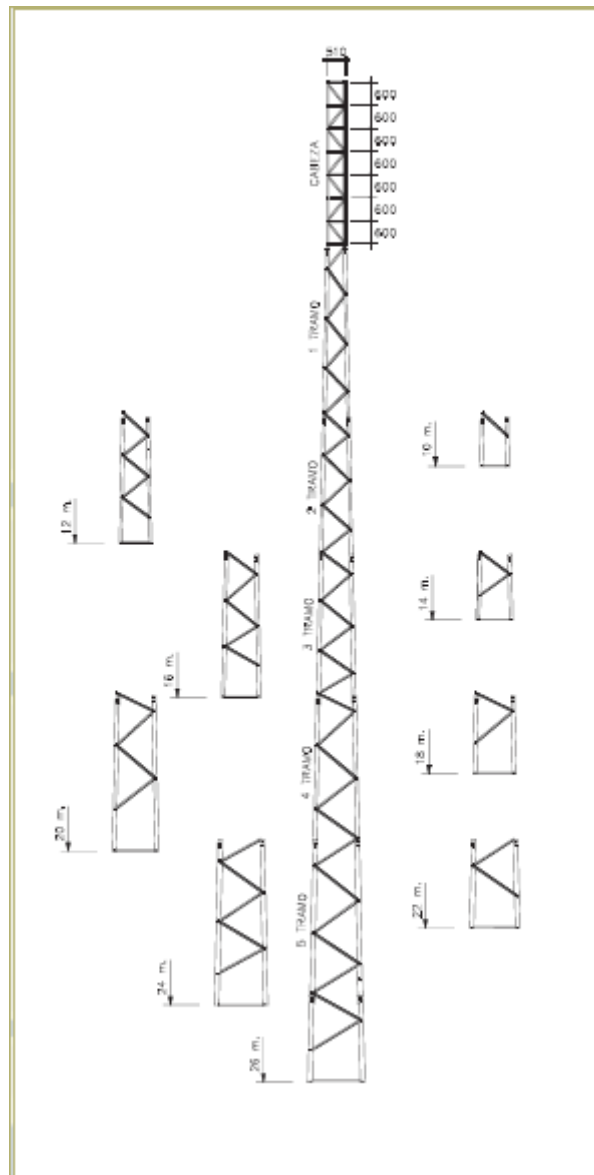
A continuación se muestran los apoyos de la línea principal:

Apoyo	Tipo	Tipo apoyo
1	Ppo de linea	C-2000
2	Susp-Alin	C-500

3	Final de linea	C-2000
4	Ppo de linea	C-2000
5	Amarre Angulo	C-2000
6	Susp-Alin	C-500
7	Amarre Angulo	C-1000
8	Susp-Alin	C-500
9	Amarre Angulo	C-500
10	Susp-Alin	C-500
11	Susp-Alin	C-500
12	Susp-Alin	C-500
13	Susp-Alin	C-500
14	Susp-Alin	C-500
15	Amarre Angulo	C-1000
16	Susp-Alin	C-500
17	Susp-Alin	C-500
18	Susp-Alin	C-500
19	Susp-Alin	C-500
20	Amarre Angulo	C-500
21	Susp-Alin	C-500
22	Susp-Alin	C-500
23	Susp-Alin	C-500
24	Amarre Angulo	C-500
25	Susp-Alin	C-500
26	Susp-Alin	C-500
27	Final de linea	C-2000
28	Ppo de linea	C-2000
29	Susp-Alin	C-500
30	Susp-Alin	C-500
31	Susp-Alin	C-500
32	Susp-Alin	C-500
33	Final de linea	C-2000

A continuación se muestran los apoyos de la derivación de Aguascaladas:

Apoyo	Tipo	Modelo
1	Ppo de linea	C-2000
2	Amarre Angulo	C-1000
3	Susp-Alin	C-500
4	Amarre Angulo	C-500
5	Ppo de linea	C-2000



2.1.4 ARMADOS

Estos armados hacen cumplir las condiciones del apartado 5.4.1 (distancias entre conductores) de la ITC-LAT 07.

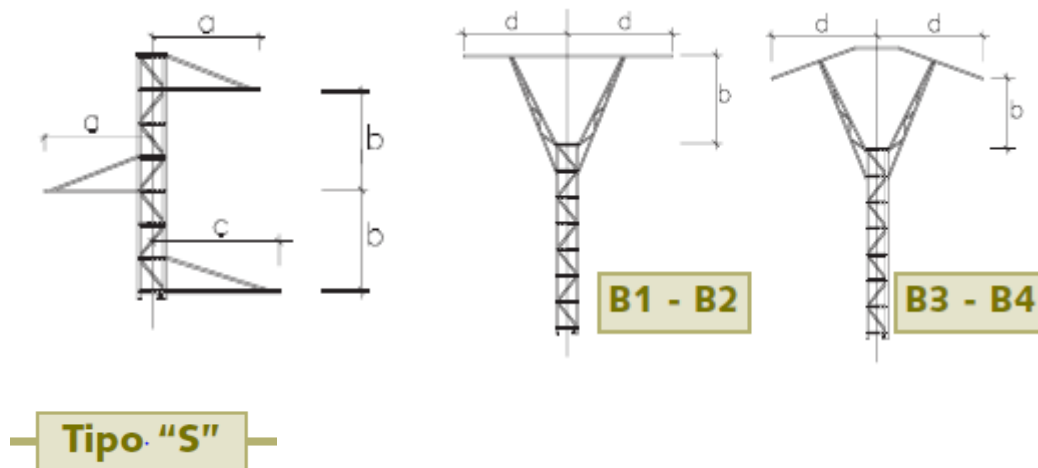
Armados de la línea principal:

Apoyo	Armado	Designación
1	S0	Tresbolillo atirantado
2	B2	Bóveda
3	S0	Tresbolillo atirantado

4	S0	Tresbolillo atirantado
5	S0	Tresbolillo atirantado
6	B2	Bóveda
7	S0	Tresbolillo atirantado
8	B2	Bóveda
9	S0	Tresbolillo atirantado
10	B2	Bóveda
11	B2	Bóveda
12	B3	Bóveda
13	B3	Bóveda
14	B2	Bóveda
15	S0	Tresbolillo atirantado
16	B3	Bóveda
17	B3	Bóveda
18	B2	Bóveda
19	B1	Bóveda
20	S0	Bóveda
21	B3	Bóveda
22	B3	Bóveda
23	B2	Bóveda
24	S0	Tresbolillo atirantado
25	B2	Bóveda
26	B2	Bóveda
27	S0	Tresbolillo atirantado
28	S0	Tresbolillo atirantado
29	B1	Bóveda
30	B1	Bóveda
31	B1	Bóveda
32	B2	Bóveda
33	S0	Tresbolillo atirantado

Armados de la derivación de Aguascalas:

Apoyo	Armado	Designación
1	S0	Tresbolillo atirantado
2	S0	Tresbolillo atirantado
3	B2	Bóveda
4	S0	Tresbolillo atirantado
5	S0	Tresbolillo atirantado



2.1.5 CIMENTACIONES

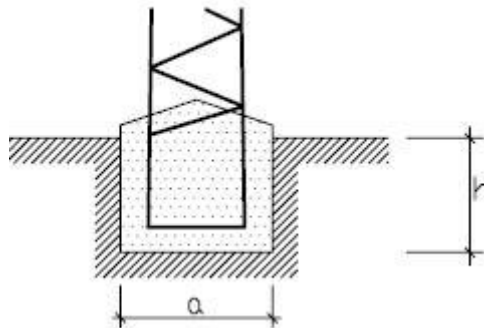
Para una eficaz estabilidad de los apoyos, éstos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo.

Las características de las cimentaciones de cada uno de los apoyos de la línea principal serán las siguientes:

Apoyo	Tipo de cimentación	Volumen de cimentacion	Altura peana	h(profundidad dela cimentacion)	b(espesor de cimentacion)
1	Monobloque	2,25	0,1	2	1,15
2	Monobloque	1,92	0,1	1,45	1,15
3	Monobloque	2,36	0,1	1,95	1,1
4	Monobloque	2,36	0,1	1,95	1,1
5	Monobloque	3,74	0,1	2,05	1,35
6	Monobloque	2,62	0,1	1,55	1,3
7	Monobloque	2,25	0,1	1,7	1,15
8	Monobloque	2,34	0,1	1,5	1,25
9	Monobloque	1,92	0,1	1,4	1,15
10	Monobloque	2,34	0,1	1,5	1,25
11	Monobloque	2,34	0,1	1,5	1,25
12	Monobloque	2,62	0,1	1,55	1,3
13	Monobloque	2,62	0,1	1,55	1,3
14	Monobloque	1,92	0,1	1,45	1,15
15	Monobloque	2,25	0,1	1,7	1,15
16	Monobloque	2,62	0,1	1,55	1,3
17	Monobloque	2,62	0,1	1,55	1,3
18	Monobloque	1,92	0,1	1,45	1,15
19	Monobloque	1,6	0,1	1,4	1,05
20	Monobloque	1,6	0,1	1,45	1,05
21	Monobloque	2,34	0,1	1,5	1,25
22	Monobloque	2,34	0,1	1,5	1,25
23	Monobloque	1,92	0,1	1,45	1,15
24	Monobloque	2,34	0,1	1,5	1,25
25	Monobloque	2,34	0,1	1,5	1,25
26	Monobloque	1,92	0,1	1,45	1,15
27	Monobloque	2,65	0,1	2	1,15
28	Monobloque	1,9	0,1	1,9	1
29	Monobloque	1,6	0,1	1,45	1,05
30	Monobloque	1,6	0,1	1,45	1,05
31	Monobloque	1,6	0,1	1,45	1,05
32	Monobloque	2,34	0,1	1,5	1,25
33	Monobloque	3,2	0,1	2,05	1,25

Las características de las cimentaciones de cada uno de los apoyos de la derivación de Aguascalas serán las siguientes:

Apoyo	Tipo de cimentación	Volumen de cimentacion	Altura peana	h(profundidad dela cimentacion)	b(espesor de cimentacion)
1	Monobloque	2,65	0,1	2	1,15
2	Monobloque	2,73	0,1	1,75	1,25
3	Monobloque	2,34	0,1	1,5	1,25
4	Monobloque	2,34	0,1	1,5	1,25
5	Monobloque	3,2	0,1	2,05	1,25



2.1.6 AISLAMIENTO EN CONDUCTORES Y SEÑALIZACIÓN.

CUMPLIMIENTO DEL R.D. 1432/2008, DE 29 DE AGOSTO DE

PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.

A continuación se exponen las medidas a tomar para la prevención de la electrocución y contra la colisión según el R.D. 1432/2008 de avifauna.

Medidas de prevención contra la electrocución.

Tales medidas serán de obligado cumplimiento en líneas de 2ª y 3ª categoría ($V \leq 66\text{kV}$), salvo que los apoyos metálicos lleven instalados disuadores de posada de eficacia reconocida por el órgano competente.

- ✓ Se evitará en la medida de lo posible el uso de apoyos de alineación con cadenas de amarre.
- ✓ En todo apoyo con cadenas de amarre, se aislarán los puentes de unión entre los elementos en tensión.
- ✓ Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores, etc., se diseñarán de modo que se evite sobrepasar con elementos en tensión las crucetas o semicrucetas no auxiliares de los apoyos.
- ✓ En el caso de apoyos con cadena de suspensión en armados en tresbolillo o en doble circuito, la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior no será inferior a 1,5m.
- ✓ En el caso de apoyos con cadena de suspensión en armados tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del fuste y el conductor central no será inferior a 0,88m, salvo que se aisle el conductor central 1m a cada lado del punto de enganche (el aislamiento debe cubrir al punto de engrape).
- ✓ Longitud mínima de la cadena de suspensión: 600 mm.
- ✓ Longitud mínima de las cadenas de amarre: 1000 mm.

Medidas de prevención de la colisión

- ✓ Los nuevos tendidos eléctricos se proveerán de salvapájaros o señalizadores visuales cuando así lo determine el órgano autonómico competente.
- ✓ Los salvapájaros o señalizadores visuales se han de colocar en los cables de tierra, siempre que su diámetro no sea inferior a 20 mm. Los salvapájaros o señalizadores se dispondrán cada 10 metros (si el cable de tierra es único), o alternadamente, cada 20 metros, si son dos cables de tierra paralelos.
- ✓ En caso de que la línea carezca de cable de tierra, si se hace uso de un único conductor por fase con diámetro inferior a 20mm, se colocarán las espirales directamente sobre dichos conductores. Se dispondrán de forma alterna en cada conductor, y con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor.
- ✓ Tamaño mínimo salvapájaros: espirales con 30 cm de diámetro y 1m de longitud, o dos tiras en X de 5x35 cm.
- ✓ En la línea se instalarán salvapájaros cada 10 m. en el conductor de protección.

2.1.7 DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS

Las cadenas que componen cada apoyo, y que sostienen al conductor están formadas por diferentes componentes, como son los aisladores y herrajes. Veamos las características de todos los elementos que las componen, y una descripción de las cadenas según los diferentes apoyos:

2.1.7.1 CADENA DE SUSPENSIÓN

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

El aislador elegido, y sus características, es:

- Tipo:----- U70BS
- Material: ----- Vidrio
- Paso (mm): ----- 146
- Diámetro (mm):----- 255
- Línea de fuga (mm): ----- 303
- Peso (Kg): ----- 3,4
- Carga de rotura (kN): ----- 70
- N° de elementos por cadena:----- 3
- Tensión soportada a frecuencia industrial (kV): ----- 155
- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV):----- 220

Longitud de la cadena de suspensión:

- Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m):----- 0,602

2.1.7.2 HERRAJES

Veamos las características de los herrajes utilizados para las cadenas de suspensión en el proyecto de esta línea:

Herraje	Tipo	Peso aproximado (Kg)	Carga de rotura (daN)
Grapa de Suspensión	GS-1	0,46	2500
Horquilla de bola	HB-11	0,31	5000
Rótula corta	R-11	0,22	5000

2.1.7.1 CADENA DE AMARRE

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas dobles.

El aislador elegido, y sus características, es:

- Tipo:----- U70BS
- Material: ----- Vidrio
- Paso (mm): ----- 146
- Diámetro (mm):----- 255
- Línea de fuga (mm): ----- 303
- Peso (Kg): ----- 3,4
- Carga de rotura (kN): ----- 70
- N° de elementos por cadena:----- 5
- Tensión soportada a frecuencia industrial (kV): ----- 230
- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV):----- 335

2.1.7.2 LONGITUD DE LA CADENA DE AMARRE

- Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m): ----- 1,03

2.1.7.4.1 HERRAJES

Veamos las características de los herrajes utilizados para las cadenas de amarre en el proyecto de esta línea:

Herraje	Tipo	Peso aproximado (Kg)	Carga de rotura (daN)
Grapa de Amarre	GA-1	0,70	4000
Horquilla de bola	HB-11	0,31	5000
Rótula corta	R-11	0,22	5000

2.1.8 DESCRIPCIÓN DE CADENAS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE APOYO

2.1.8.1 APOYOS DE FIN DE LÍNEA

En los apoyos de fin de línea se montarán los siguientes elementos:

3 cadenas simples de aisladores, con 5 unidades cada una. – Aisladores tipo U70BS

3Ud. – Grapa de amarre GA-1

3Ud. – Horquillas de bola ,tipo HB-11

3 Ud. - Rótula corta ,tipo R-11

2.1.8.2 APOYOS DE ALINEACIÓN SUSPENSIÓN

Los apoyos con cadena en suspensión llevarán los siguientes componentes:

- 3 cadenas simples de aisladores, con 3 unidades cada una. – Aisladores tipo U70BS
- 3 Ud. – Grapa de alineación GS-1.
- 3 Ud. – Horquillas de bola, tipo HB-11
- 3 Ud. - Rótula corta, tipo R-11

2.1.8.3 APOYOS DE AMARRE

Los apoyos con cadena en amarre llevarán los siguientes componentes:

- 6 cadenas simples de aisladores, con 5 unidades cada una. – Aisladores U70BS
- 6 Ud. – Grapa de amarre, GA-1
- 6 Ud. – Horquillas de bola, tipo HB-11.
- 6 Ud. - Rótula corta, tipo R-11

2.1.9 ENTRONQUES

En esta línea existen 2 entronques, desde los que derivan otras líneas. En la siguiente tabla se describen estos entronques y las características de las líneas que derivan de ellos.

Entronque	Apoyos	Conductor	Nºconductor/fase	Longitud de la derivación (m)	Cota (m)
Aguascalas	3,4	LA-56	1	617,25	902,52
Beleder	27,28	L-240	1	116,92	801,28

2.1.10 PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

Todos los apoyos se conectarán a tierra con una conexión independiente y específica para cada uno de ellos.

Se puede emplear como conductor de conexión a tierra cualquier material metálico que reúna las características exigidas a un conductor según el apartado 7.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

De esta manera, deberán tener una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones. En ningún caso se emplearán conductores de conexión

a tierra con sección inferior a los equivalentes en 25 mm^2 de cobre según el apartado 7.3.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.

Además de estas consideraciones, un sistema de puesta a tierra debe cumplir los esfuerzos mecánicos, corrosión, resistencia térmica, la seguridad para las personas y la protección a propiedades y equipos exigida en el apartado 7 de la ITC07 del R.L.A.T.

Apoyos no frecuentados

Longitud de pica vertical: 2m

Diámetro de pica: 14mm

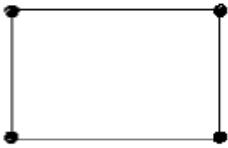
Apoyos frecuentados:

Parámetros característicos del electrodo UNESA

-Rectángulo de 4.0 m x 3.0 m

-Sección del conductor 50 mm^2

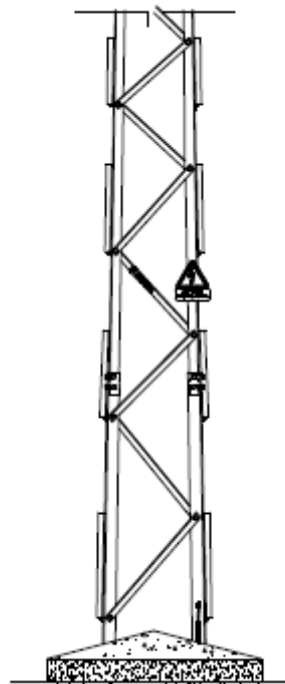
-Diámetro de pica: 14 mm

Configuración	Lp (m)	Resistencia Kr	Tensión de paso Kp	Tensión de contacto ext. Kc=Kp (acc)
Sin picas	-	0,137	0,0287	0,0858
4 picas 	2	0,100	0,0231	0,0506
	4	0,080	0,0178	0,0355
	6	0,067	0,0143	0,0270
	8	0,058	0,0119	0,0217

2.1.11 NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda de acuerdo con el criterio de la línea que se haya establecido.

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situado a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2m.



3.0 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA BELEDER

3.1 TRAZADO DE LA LÍNEA DE DERIVACIÓN A BELEDER

En el apoyo N°3 y N°4 se realizará la conversión en subterráneo de la línea de MT. Dicho tramo será subterráneo e irá desde la conversión hasta el nuevo centro de transformación a instalar. El tipo de conductor utilizado para este tramo es 3x1x150 AL 18/30 kV.

3.2 CARACTERÍSTICAS CONDUCTOR

- Tipo:Cable AT hasta 25 kV norma ENDESA UNE HD 620-5E

aislamiento seco. Sección 1x150 mm²

- Material:Aluminio

- Designación:Cable RHZ-OL 18/30 kV 1x150 mm²

AL/16

- Tensión nominal:18/30 kV

- Cubierta exterior:PVC color rojo (Designación V)

- Marcas en cubierta:Fabricante

Aislamiento pantalla y cubierta (tipo) R o D,H,V

Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespina. Sección total 16 mm²

Semiconductora interna: capa extrusionada de material conductor

Semiconductora externa: capa extrusionada de material conductor separable en frío. 5 Protección longitudinal contra el agua: cordones cruzados higroscópicos.

Cubierta exterior: poliolefina termoplástica, Z1 VEMEX. (Color rojo).

-Espesor aislamiento:8 mm

-Intensidad adm. inst. enterr.: .260 A

-Intensidad máxima al aire : 335 A

- Peso aproximado:1500 kg/km.

3.3 APERTURA Y CIERRE DE ZANJAS

El trazado será lo más rectilíneo posible, teniendo en cuenta el radio mínimo de curvatura que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección de los conductores que han de canalizarse.

El radio de curvatura de un cable o haz de cables ha de ser superior a 30 veces su diámetro durante el tendido y a 15 veces su diámetro una vez instalado.

Las zanjas se ejecutarán verticales, hasta la profundidad escogida. En nuestro caso la profundidad será de 1,25 m. Una vez colocadas las protecciones que se describen en el apartado siguiente, el tapado de la zanja se efectuará con tierra de la excavación, por capas sucesivas.

3.4 TENDIDO DEL CABLE EN ZANJA

El trazado de la zanja ha de ser el adecuado para evitar fuertes curvaturas o torsiones del cable tanto en la instalación final como durante el tendido. El sistema de tendido será el adecuado para evitar daños en los cables. El suelo de la zanja que ha de recibir los cables, ha de ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. Sobre el fondo se dispondrá un lecho de arena fina de 10 cm de espesor.

Para el tendido, se colocarán rodillos giratorios que puedan girar libremente, a distancias de 3 a 6 m según sea el peso del cable, y en todas las curvas del recorrido. La entrada del cable a la zanja se hará por una pendiente suave.

Durante el tendido hay que evitar las dobladuras debido a las irregularidades del tiro. La dobladura excesiva puede provocar la deformación permanente del cable, con la consiguiente formación de oquedades en el dieléctrico.

Los cables monofásicos se dispondrán en triángulo equilátero, formando un circuito. De esta manera se evitarán desequilibrios en las fases. Los tres cables monofásicos, se encintarán sólidamente, a intervalos de 1 o 2 m para mantener su posición a lo largo del tendido, evitando así que puedan moverlos los esfuerzos electrodinámicos generados por un cortocircuito, ya que estos tienden a separar los conductores.

3.5 PUESTA A TIERRA DE LOS CABLES

Las pantallas metálicas de los cables deben estar en perfecta conexión con tierra

3.6 ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO

En la unión del cable subterráneo con la línea aérea, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones.

- a) Se instalarán sistemas de protección contra sobretensiones de origen atmosférico, constituidos por pararrayos autovalvulares.
- b) El cable subterráneo, en la subida a la red aérea irá protegido por un tubo de acero galvanizado, que se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno un mínimo de 2,5 metros. En el tubo se alojarán las tres fases y su diámetro interior será 1,6 veces el diámetro de la terna con un mínimo de 11 cm.

4.0 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO

4.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS

Potencia Unitaria de cada Transformador y Potencia Total en kVA

En este proyecto no se contempla la instalación de transformadores de potencia.

Tipo de Transformador

En este proyecto no se contempla la instalación de transformadores de potencia.

4.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO

El Centro de Transformación tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía ERZ-Endesa a la tensión trifásica de 25 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

Sistema CGM.3: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

4.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Obra Civil

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

Características de los Materiales

Edificio de Seccionamiento: **PFU-3/30**

- Descripción

Los Edificios para Centros de Seccionamiento PFU, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos Centros de Seccionamiento es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente

en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

- Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

- Placa Piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones (con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un dispositivo de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Seccionamiento. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad AENOR de acuerdo a ISO 9000.

- Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación de los Centros de Seccionamiento PFU es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

- Características detalladas

Nº reserva de celdas:	1
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso

Dimensiones exteriores

Longitud:	3280 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3240 mm
Altura vista:	2780 mm
Peso:	10545 kg

Dimensiones interiores

Longitud:	3100 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2550 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	4080 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

4.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Características de la Red de Alimentación

Características de la Aparamenta de Media Tensión

Características Generales de los Tipos de Paramenta Empleados en la Instalación.

Celdas: ***CGM.3 Modulares***

Las celdas del sistema CGM.3 forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL, denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mecanismo de maniobra, así como el dispositivo de señalización de presencia de tensión y la alarma sonora de prevención de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el panel de acceso a la acometida de cables de Media Tensión y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del circuito de tierras y de las pantallas de los cables.

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de

las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGM.3 tiene 3 posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda S).

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mecanismo de Maniobra

Los mecanismos de maniobra son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

Tensión nominal	36 kV
-----------------	-------

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	70 kV
a la distancia de seccionamiento	80 kV

Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	170 kV
a la distancia de seccionamiento	195 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

Entrada / Salida 1: **CGM.3-L**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGM.3-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

· Tensión asignada:	36 kV
· Intensidad asignada:	400 A
· Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
· Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
· Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	70 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	170
· Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
· Capacidad de corte	
- Corriente principalmente activa:	400 A

- Características físicas:

· Ancho:	418 mm
----------	--------

- Fondo: 850 mm
- Alto: 1745 mm
- Peso: 138 kg

- Otras características constructivas:

- Mecanismo de maniobra interruptor: Manual tipo B

Entrada / Salida 2: **CGM.3-L**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGM.3-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 70 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 170
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
- Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 418 mm
- Fondo: 850 mm
- Alto: 1745 mm

- Peso: 138 kg

- Otras características constructivas

- Mando interruptor: Manual tipo B

Seccionamiento Compañía: **CGM.3-L**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGM.3-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases: 70 kV
- Impulso tipo rayo
a tierra y entre fases (cresta): 170
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 418 mm
- Fondo: 850 mm
- Alto: 1745 mm
- Peso: 138 kg

- Otras características constructivas:

- Mando interruptor: Manual tipo B

Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Seccionamiento: *Equipo de iluminación*

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

Unidades de protección, automatismo y control

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

Puesta a tierra

Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc.así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

4.5 INSTALACIONES SECUNDARIAS

- Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

5.0 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS

Potencia Unitaria de cada Transformador y Potencia Total en kVA

- Potencia del Transformador 1: 250 kVA

Tipo de Transformador

- Refrigeración del transformador 1: aceite

Volumen Total en Litros de Dieléctrico

Volumen de dieléctrico
transformador 1: 240 l

Volumen Total de Dieléctrico: 240 l

5.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El Centro de Transformación tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía ERZ-Endesa a la tensión trifásica de 25 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

- **Sistema CGM.3:** Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 380 V, con una potencia máxima simultánea de 225 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 250 kVA.

5.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Obra Civil

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la paramenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

Características de los Materiales

Edificio de Transformación: ***PFU-4/30***

- Descripción

Los Edificios PFU para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

- Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la

apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

- Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

- Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

- Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

- Características Detalladas

Nº de transformadores:	1
Nº reserva de celdas:	1
Tipo de ventilación:	Doble
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso

Dimensiones exteriores

Longitud:	4460 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3240 mm
Altura vista:	2780 mm
Peso:	13465 kg

Dimensiones interiores

Longitud:	4280 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2550 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	5260 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

5.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 25 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 11,54 kA eficaces.

Características de la Aparamenta de Media Tensión

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

Celdas: **CGM.3-2LP**

Las celdas compactas 2LP del sistema CGM.3 están compuestas por 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:

Equipo para MT, integrado y totalmente compatible con las celdas modulares CGM.3, extensible "in situ" a izquierda y derecha. Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL, denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora 3 funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

- Base y Frente

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la paramenta a la altura idónea para su operación.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, así como el dispositivo de señalización de presencia de tensión y la alarma sonora de prevención de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables. La tapa frontal es común para las tres posiciones funcionales de la celda.

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

La cuba es única para las tres posiciones con las que cuenta la celda CGM.3-2LP y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos portafusibles).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

Los interruptores disponibles en el sistema CGM.3 tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mecanismos de Maniobra

Los mecanismos de maniobra de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- Fusibles (función P)

Los fusibles de Media Tensión se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se produce por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusible se eleva debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM.3 compactas es que: No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características Eléctricas

Las características generales de las celdas CGM.3 compactas son las siguientes:

Tensión nominal 36 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	70 kV
a la distancia de seccionamiento	80 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	170 kV
a la distancia de seccionamiento	195 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

E/S1,E/S2,PT1: **CGM.3-2LP**

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

Las celdas compactas del sistema CGM.3 son equipos compactos para MT, integrados y totalmente compatible con las variantes modulares del sistema.

La celda CGM.3-2LP está constituida por 3 funciones: 2 de línea o interruptor en carga y 1 de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida ekorVPIS, así como alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida ekorVPIS.

- Características eléctricas:

Tensión asignada:	36 kV
Intensidad asignada en el embarrado:	400 A
Intensidad asignada en las entradas/salidas:	400 A
Intensidad asignada en la derivación:	200 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	21 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	52,5 kA
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	70 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	170 kV
Capacidad de cierre (cresta):	52,5 kA
Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa:	400 A

- Características físicas:

Ancho:	1316 mm
Fondo:	1027 mm
Alto:	1745 mm
Peso:	421 kg

- Otras características constructivas

Mando interruptor 1:	Manual tipo B
Mando interruptor 2:	Manual tipo B
Mando posición con fusibles:	Manual de Acumulación tipo BR-A
Intensidad fusibles:	3 x 40 A

Transformador 1: **Transformador aceite 36 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 25 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

Regulación en el primario:	+/- 2,5%, +/- 5%, + 10%
Tensión de cortocircuito (Ecc):	4.5%
Grupo de conexión:	Dyn11
Protección incorporada al transformador:	Sin protección propia

Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: **CBTO**

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-C, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas

Tensión asignada de empleo:	440 V
Tensión asignada de aislamiento:	500 V

Intensidad asignada en los embarrados:	1600 A
--	--------

Frecuencia asignada:	50 Hz
----------------------	-------

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases: 10 kV
2,5 kV

Intensidad Asignada de Corta
duración 1 s: 24 kA
Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 kA

- Características constructivas:

Anchura: 1000 mm
Altura: 1360 mm
Fondo: 350 mm

- Otras características:

Salidas de Baja Tensión: 4 salidas (4 x 400 A)

Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: ***Cables MT 18/30 kV***

Cables MT 18/30 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x150 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 36 kV del tipo enchufable acodada y modelo M400LR.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 36 kV del tipo enchufable acodada y modelo M400LR.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: ***Puentes transformador-cuadro***

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: ***Protección física transformador***

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: ***Equipo de iluminación***

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

Unidades de protección, automatismo y control

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

Puesta a tierra

Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

5.5 INSTALACIONES SECUNDARIAS

- Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

5.6 RESUMEN PRESUPUESTO

CAPÍTULO	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA
LÍNEAS AÉREAS Y LÍNEA SUBTERRÁNEA	103.264,50€
CENTRO DE SECCIONAMIENTO	41.457,22 €
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	67.080,62 €
PRESUPUESTO TOTAL	211.802,34 €

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de DOSCIENTOS ONCE MIL OCHOCIENTOS DOS CON TREINTA Y CUATRO CENTIMOS.

5.7 CONCLUSIÓN

Con la documentación aportada hasta ahora y los planos adjuntos se da respuesta y queda definida la instalación que se pretende realizar.

No obstante, si fuese preciso ampliar o modificar alguno de los puntos expuestos, con mucho gusto procederemos según sus indicaciones.

Zaragoza, a Noviembre de 2016



EL TITULAR

INGENIERO ELÉCTRICO

